

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002016

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-037088
Filing date: 13 February 2004 (13.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 March 2005 (17.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

23.02.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 2 月 1 3 日

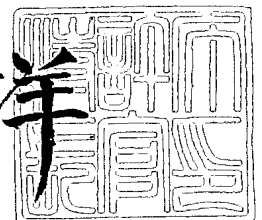
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 3 7 0 8 8
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 3 7 0 8 8]

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 4 年 1 2 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 1 7 8 8 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 2931050055
【提出日】 平成16年 2月13日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04L 27/32
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 村上 豊
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 小林 聖峰
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 折橋 雅之
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 森井 利幸
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100105050
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鷺田 公一
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041243
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9700376

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

複数のアンテナと、

前記複数のアンテナから送信される信号が時空間ブロック符号を形成するように、送信信号を時空間ブロック符号化して前記複数のアンテナに供給する時空間ブロック符号信号形成手段と

を具備し、

前記時空間ブロック符号信号形成手段は、送信データに応じて、前記時空間ブロック符号のパターンを変える

ことを特徴とするマルチアンテナ送信装置。

【請求項 2】

前記時空間ブロック符号信号形成手段は、

送信データから第 1 の送信シンボルを形成する第 1 の変調手段と、

送信データから第 2 の送信シンボルを形成する第 2 の変調手段と、

前記第 1 及び第 2 の送信シンボルを入力し、第 1 及び第 2 の送信シンボルとそれらの複素共役信号の出力順序を送信データに応じて変えて、第 1 及び第 2 のアンテナに出力することにより、時空間ブロック符号信号を形成する信号選択手段と

を具備することを特徴とする請求項 1 に記載のマルチアンテナ送信装置。

【請求項 3】

さらに、前記時空間ブロック符号信号形成手段によって形成された信号を、複数のサブキャリアに割り当てるマルチキャリア変調手段を具備し、

前記複数のアンテナからマルチキャリア変調された時空間ブロック符号信号を送信することを特徴とする請求項 1 に記載のマルチアンテナ送信装置。

【請求項 4】

複数のアンテナから送信された、送信データに応じて時空間ブロック符号のパターンの異なる信号を受信する単数又は複数のアンテナと、

受信した時空間ブロック符号のパターンを識別することにより、前記送信データを推定する送信データ推定手段と

を具備することを特徴とする無線受信装置。

【請求項 5】

前記送信データ推定手段は、各送受信アンテナ間でのチャネル推定行列のパターンを識別することにより、前記時空間ブロック符号のパターンを識別する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の無線受信装置。

【請求項 6】

さらに、前記送信データ推定手段によって識別されたパターンのチャネル推定行列を用いて、前記時空間ブロック符号を構成する各信号を分離し、復調する信号分離復調手段を具備することを特徴とする請求項 5 に記載の無線受信装置。

【請求項 7】

各アンテナに供給するシンボルブロックのパターンを、送信データに応じて選択するパターン選択ステップを含むことを特徴とするマルチアンテナ送信方法。

【請求項 8】

前記シンボルブロックは、時空間ブロック符号である

ことを特徴とする請求項 7 に記載のマルチアンテナ送信方法。

【書類名】 明細書**【発明の名称】** マルチアンテナ送信装置、無線受信装置及びマルチアンテナ送信方法**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば時空間ブロック符号のように、複数のアンテナを用いてブロック単位のシンボルを送信する無線通信技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、複数アンテナを用いた送信方法として、非特許文献1に開示されているように時空間ブロック符号を送信することにより、品質の良いデータ伝送を実現する技術が知られている。以下、この非特許文献1に開示された内容について図面を用いて説明する。

【0003】

図21に示すように、送信装置は複数のアンテナAN1、AN2を有し、各アンテナAN1、AN2から同時に信号を送信する。受信装置は、同時に送信された複数の信号をアンテナAN3で受信する。

【0004】

図22に、各アンテナAN1、AN2から送信される信号のフレーム構成を示す。アンテナAN1からは送信信号Aが送信され、これと同時にアンテナAN2からは送信信号Bが送信される。送信信号A及び送信信号Bは、符号化利得とダイバーシチ利得とが得られるように同じシンボルが複数回配置されたシンボルブロックからなる。

【0005】

さらに詳しく説明する。図22において、S1、S2はそれぞれ異なるシンボルを示すと共に、複素共役を“*”で示す。時空間ブロック符号化では、時点*i*において、第1のアンテナAN1からシンボルS1を送信すると同時に第2のアンテナAN2からシンボルS2を送信し、続く時点*i*+1において、第1のアンテナAN1からシンボルS2*を送信すると同時に第2のアンテナAN2からシンボルS1*を送信する。

【0006】

受信装置のアンテナAN3では、アンテナAN1とアンテナAN3間の伝送路変動 $h_1(t)$ を受けた送信信号Aと、アンテナAN2とアンテナAN3間の伝送路変動 $h_2(t)$ を受けた送信信号Bとが合成された信号が受信される。

【0007】

受信装置は、伝送路変動 $h_1(t)$ と $h_2(t)$ を推定し、その推定値を用いることにより、合成された受信信号から元の送信信号Aと送信信号Bを分離した後に、各シンボルを復調するようになっている。

【0008】

この際、図22に示すような時空間ブロック符号化された信号を用いると、信号分離時に、伝送路変動 $h_1(t)$ 、 $h_2(t)$ に拘わらず各シンボルS1、S2を最大比合成できようになるので、大きな符号化利得とダイバーシチ利得とが得られるようになる。この結果、受信品質を向上させることができる。

【非特許文献1】 “Space-Time Block Codes from Orthogonal Design” IEEE Transactions on Information Theory, pp.1456-1467, vol.45, no.5, July 1999

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

ところで、時空間ブロック符号化した信号を用いると、確かに受信品質は向上するものの、伝送効率が低下する欠点がある。すなわち、時点*i*+1で送信されるS1*やS2*は、受信装置においてはS1、S2として復調されるので、実質的には時点*i*で送信されたS1、S2と同じ情報である。このため、同じ情報を2度送信していることになり、この分データの伝送効率が低下する。

【0010】

例えば一般的なマルチアンテナ通信システムにおいては、時点 $i + 1$ おいてシンボル S_1 、 S_2 とは異なるシンボル S_3 、 S_4 を送信するので、時点 i から時点 $i + 1$ の期間では4つのシンボル $S_1 \sim S_4$ を送信することができる。つまり、単純に考えると、時空間ブロック符号化技術を用いた場合、データ伝送効率が、一般的なマルチアンテナ通信の半分に低下してしまう。

【0011】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、時空間ブロック符号のようにシンボルブロックを用いた伝送を行う場合のデータ伝送効率を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

かかる課題を解決するため本発明のマルチアンテナ送信装置は、複数のアンテナと、複数のアンテナから送信される信号が時空間ブロック符号を形成するように、送信信号を時空間ブロック符号化して複数のアンテナに供給する時空間ブロック符号信号形成手段とを具備し、時空間ブロック符号信号形成手段が、送信データに応じて、時空間ブロック符号のパターンを変える構成を採る。

【0013】

この構成によれば、時空間ブロック符号によって品質の良いデータ伝送を行うことができるのに加えて、時空間ブロック符号のパターンでデータを伝送できるので、伝送データ量を増やすことができるようになる。

【0014】

本発明のマルチアンテナ送信装置は、時空間ブロック符号信号形成手段が、送信データから第1の送信シンボルを形成する第1の変調手段と、送信データから第2の送信シンボルを形成する第2の変調手段と、第1及び第2の送信シンボルを入力し、第1及び第2の送信シンボルとそれらの複素共役信号の出力順序を送信データに応じて変えて、第1及び第2のアンテナに出力することにより、時空間ブロック符号信号を形成する信号選択手段とを具備する構成を採る。

【0015】

この構成によれば、信号選択手段によって送信データに応じて異なるパターンの時空間ブロック符号信号が得られるので、第1及び第2の変調シンボルからなる時空間ブロック符号によって伝送されるデータに加えて、時空間ブロック符号信号のパターンによってデータを伝送できるようになる。

【0016】

本発明のマルチアンテナ送信装置は、さらに、時空間ブロック符号信号形成手段によって形成された信号を、複数のサブキャリアに割り当てるマルチキャリア変調手段を具備し、複数のアンテナからマルチキャリア変調された時空間ブロック符号信号を送信する構成を採る。

【0017】

この構成によれば、時空間ブロック符号を、例えばOFDM方式により送信するにあたっての伝送データ量を増やすことができるようになる。

【0018】

本発明の無線受信装置は、複数のアンテナから送信された、送信データに応じて時空間ブロック符号のパターンの異なる信号を受信する単数又は複数のアンテナと、受信した時空間ブロック符号のパターンを識別することにより、送信データを推定する送信データ推定手段とを具備する構成を採る。

【0019】

本発明の無線受信装置は、送信データ推定手段が、各送受信アンテナ間でのチャネル推定行列のパターンを識別することにより、時空間ブロック符号のパターンを識別する構成を採る。

【0020】

本発明の無線受信装置は、さらに、送信データ推定手段によって識別されたパターンの

チャネル推定行列を用いて、時空間ブロック符号を構成する各信号を分離し、復調する信号分離復調手段を具備する構成を採る。

【0021】

これらの構成によれば、時空間ブロック符号によって伝送されたデータに加えて、時空間ブロック符号のパターンによって伝送されたデータを復元できるようになる。

【発明の効果】

【0022】

このように本発明によれば、各アンテナに供給するシンボルブロックのパターンを、送信データに応じて選択するようにしたことにより、時空間ブロック符号のようにシンボルブロックを用いた伝送を行う場合のデータ伝送効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0024】

(実施の形態1)

図1に、本実施の形態のマルチアンテナ通信システム10の全体構成を示す。マルチアンテナ通信システム10において、送信装置100は複数のアンテナAN1、AN2を有し、各アンテナAN1、AN2から同時に信号を送信する。受信装置200は、同時に送信された複数の信号をアンテナAN3で受信する。なお、アンテナAN1から送信された信号は伝送路変動 $h_1(t)$ を受けてアンテナAN3で受信され、アンテナAN2から送信された信号は伝送路変動 $h_2(t)$ を受けてアンテナAN3で受信される。

【0025】

図2に、本実施の形態の送信装置100の構成を示す。送信装置100は、送信デジタル信号（以下これを単に送信データと呼ぶ）101を時空間ブロック符号信号形成部102に入力する。時空間ブロック符号信号形成部102は、フレーム構成信号生成部109によって生成されたフレーム構成信号110に従って、送信データ101を時空間ブロック符号化処理し、これにより得た時空間ブロック符号信号103、104をそれぞれ拡散部105-A、105-Bに送出する。

【0026】

各拡散部105-A、105-Bは、時空間ブロック符号信号103、104に拡散符号を乗算することにより拡散信号106-A、106-Bを得、これを無線部107-A、107-Bに送出する。各無線部107-A、107-Bは、拡散信号106-A、106-Bに対して直交変調や周波数変換等の所定の無線処理を施し、これにより得た無線送信信号108-A、108-BをアンテナAN1、AN2に供給する。

【0027】

図3に、時空間ブロック符号信号形成部102の構成を示す。時空間ブロック符号信号形成部102は、送信データ101を先ずデータ分流部120に入力する。データ分流部120は、送信データ101を送信データ101-A、101-B、101-Cに分流し、送信データ101-Aを変調部121に、送信データ101-Bを変調部122に、送信データ101-Cを信号選択部127にそれぞれ送出する。

【0028】

変調部121は、送信データ101-Aに対してQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)や16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)等のデジタル変調処理を施すことにより、送信シンボルS1を得る。例えばQPSKの場合には、2ビットの送信データ101-Aから1つの送信シンボルS1を得る。変調部121は、これにより得た送信シンボルS1を変調信号123として出力すると共にその複素共役 $S1^*$ を変調信号124として出力する。

【0029】

同様に変調部122は、送信データ101-Bに対してQPSKや16QAM等のデジタル変調処理を施すことにより、送信シンボルS2を得る。変調部122は、これによ

り得た送信シンボル S_2 を変調信号 125 として出力すると共にその負の複素共役 $-S_2^*$ を変調信号 126 として出力する。

【0030】

信号選択部 127 は、変調部 121 からの変調信号 123、124 及び変調部 122 からの変調信号 125、126 を、データ分流部 120 からの送信データ 101-C に応じた順序で、かつ送信データ 101-C に応じて出力信号 103 又は出力信号 104 に割り振って出力する。これにより、送信データ 101-C に応じてパターンの異なる時空間ブロック符号信号 103、104 が形成される。なお、信号選択部 127 は、フレーム構成信号 110 に従った位置に、パイロット信号生成部 128 によって生成されパイロット信号 129 を挿入する。

【0031】

図 4、図 5、図 6 及び図 7 を用いて、信号選択部 127 による具体的な処理を説明する。図 4 に信号 103 の様子を示し、図 5 に信号 104 の様子を示す。図 4 に示すように、信号選択部 127 は、送信データ 101-C が「0」の場合には、 S_1 、 $-S_2^*$ の順でシンボルを出力することで信号 103 を得る（図 4 (A)）。これに対して、送信データ 101-C が「1」の場合には、 S_2 、 S_1^* の順でシンボルを出力することで信号 103 を得る（図 4 (B)）。

【0032】

また図 5 に示すように、信号選択部 127 は、送信データ 101-C が「0」の場合には、 S_2 、 S_1^* の順でシンボルを出力することで信号 104 を得る（図 5 (A)）。これに対して、送信データ 101-C が「1」の場合には、 S_1 、 $-S_2^*$ の順でシンボルを出力することで信号 104 を得る（図 5 (B)）。

【0033】

図 4 及び図 5 をまとめたものを、図 6 に示す。すなわち、信号選択部 127 は、送信データ 101-C が「0」の場合には、図 6 (A) に示すようなパターンの時空間ブロック符号信号 103、104 を形成する。これに対して、信号選択部 127 は、送信データ 101-C が「1」の場合には、図 6 (B) に示すようなパターンの時空間ブロック符号信号 103、104 を形成する。

【0034】

実際のフレーム構成例を、図 7 に示す。図中の網掛け部分はパイロットシンボルを示す。時点 $i-1$ で各アンテナ AN1、AN2 からパイロットシンボルが送信される。続く時点 i 及び時点 $i+1$ において、データ「0」に対応するパターンの時空間ブロック符号信号 103、104 が送信される。さらに続く時点 $i+2$ 及び時点 $i+3$ において、データ「1」に対応するパターンの時空間ブロック符号信号 103、104 が送信される。

【0035】

これにより、送信装置 100 においては、シンボル S_1 、 S_2 により伝送されるデータに加えて、時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送できるので、この分だけ時間当たりに送信できるデータ量を増やすことができる。

【0036】

例えば変調部 121、122 によって QPSK 変調を行う場合を考える。シンボル S_1 、 S_2 は、1 シンボル当たり 2 ビットのデータを伝送できるので、時点 i から時点 $i+1$ の期間において変調シンボル S_1 、 S_2 で送信できるデータは、4 ビットである。これに加えて、時点 i と時点 $i+1$ の期間において、時空間ブロック符号のパターンによって 1 ビット伝送できるので、合計 5 ビット伝送できるようになる。

【0037】

因みに、変調部 121、122 が QPSK 変調を行う場合には、データ分流部 120 によって、送信データ 101 の最初の 2 ビットを変調部 121 に送出し、次の 2 ビットを変調部 122 に送出し、次の 1 ビットを信号選択部 127 に送出すればよい。

【0038】

図 8 に、送信装置 100 から送信された時空間ブロック符号信号を受信する受信装置 2

00の構成を示す。受信装置200は、アンテナAN3で受信した信号201を無線部202に入力する。無線部202は、周波数変換や直交復調等の所定の無線受信処理を施し、これにより得た受信ベースバンド信号203を逆拡散部204に送出する。逆拡散部204は、受信ベースバンド信号203を逆拡散し、逆拡散後の受信ベースバンド信号205を、第1伝送路推定部206、第2伝送路推定部207、同期部210及び復調部212に送出する。

【0039】

第1伝送路推定部206は、アンテナAN1から送信された信号に含まれるパイロットシンボルに基づいて、アンテナAN1とアンテナAN3との間の伝送路変動 h_1 を求め、これを伝送路推定信号208として復調部212に送出する。第2伝送路推定部207は、アンテナAN2から送信された信号に含まれるパイロットシンボルに基づいて、アンテナAN2とアンテナAN3との間の伝送路変動 h_2 を求め、これを伝送路推定信号209として復調部212に送出する。

【0040】

同期部210は、各アンテナAN1、AN2から送信された信号に含まれるパイロットシンボルに基づき、各アンテナAN1、AN2から送信された信号の同期をとり、同期のためのタイミング信号211を復調部212に送出する。

【0041】

図9に、復調部212の構成を示す。復調部212は、検波部220と行列推定部221を有し、これらに伝送路推定信号208、209、受信ベースバンド信号205及びタイミング信号211を入力する。行列推定部221は、伝送路推定行列の行列パターンを推定することにより、どのパターンの時空間ブロック符号を受信したかを推定する。

【0042】

具体的に説明する。アンテナAN3では、アンテナAN1から送信された信号と、アンテナAN2から送信された信号が合成されて受信される。時点 t における合成受信信号を $R(t)$ とする。また時点 t での伝送路推定値 h_1 、 h_2 をそれぞれ $h_1(t)$ 、 $h_2(t)$ とする。すると、図6(A)に示すようなパターンの時空間ブロック符号が送信された場合には、次式の関係式が成り立つ。

【0043】

【数1】

$$\begin{pmatrix} R(i) \\ R(i+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h1(i) & h2(i) \\ h2^*(i+1) & -h1^*(i+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2 \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (1)$$

これに対して、図6(B)に示すようなパターンの時空間ブロック符号が送信された場合には、次式の関係式が成り立つ。

【0044】

【数2】

$$\begin{pmatrix} R(i) \\ R(i+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h2(i) & h1(i) \\ -h1^*(i+1) & h2^*(i+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2 \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (2)$$

したがって、行列推定部221は、(1)式が成り立つか、又は(2)式が成り立つかを推定する。換言すれば、行列推定部221は、送信装置100によって、時点 i から時点 $i+1$ で、どのパターンの時空間ブロック符号が送信されたかを推定する。例えば、(1)式及び(2)式を用いて、一旦、 $S1$ 、 $S2$ を推定し、どちらの式で推定した $S1$ 、 $S2$ の方がシンボルとして確からしいかを判断する方法が考えられる。そして、行列推定部221は、(2)式よりも(1)式の方が確からしいと推定した場合には、受信データ215として「0」を出力する。これに対して、行列推定部221は、(1)式よりも(2)式の方が確からしいと推定した場合には、受信データ215として「1」を出力する。

【0045】

この受信データ 215 は、検波部 220 にも送出される。検波部 220 は、受信データ 215 として「0」が入力された場合には(1)式を用い、(1)式についての逆行列演算を行うことによりシンボル S1、S2 を推定した後、各シンボル S1、S2 を復調することにより、シンボル S1 についての受信データ 213 とシンボル S2 についての受信データ 214 を得る。これに対して、検波部 220 は、受信データ 215 として「1」が入力された場合には(2)式を用い、(2)式についての逆行列演算を行うことによりシンボル S1、S2 を推定した後、各シンボル S1、S2 を復調することにより、シンボル S1 についての受信データ 213 とシンボル S2 についての受信データ 214 を得る。

【0046】

このようにして、受信装置 200 は、時空間ブロック符号にて伝送されたデータと、時空間ブロック符号のパターンにて伝送されたデータとからなる送信データの全てを復元することができる。

【0047】

かくして本実施の形態によれば、複数のアンテナを用いて時空間ブロック符号信号を送信する際に、送信データに応じて時空間ブロック符号のパターンを変えるようにしたことにより、時空間ブロック符号によって得られる品質の良いデータ伝送を行うことができるといった効果に加えて、時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送できるので、データ伝送効率を向上させることができる送信装置 100 を実現できる。

【0048】

また受信した時空間ブロック符号のパターンを識別することにより時空間ブロック符号のパターンにより伝送されたデータを推定する行列推定部 221 と、行列推定部 221 によって推定されたチャネル推定行列を用いて時空間ブロック符号を構成する各変調信号を分離し復調する信号分離復調手段としての検波部 220 とを設けるようにしたことにより、送信データに応じてパターンの変えられた時空間ブロック符号信号から伝送データを全て復元し得る受信装置 200 を実現できる。

【0049】

なおこの実施の形態では、スペクトル拡散通信方式を用いた場合の構成を例にとって説明したが、スペクトル拡散通信方式を用いないときにおいても同様に実施することができる。

【0050】

(実施の形態 2)

この実施の形態では、実施の形態 1 で説明した、送信データに応じてパターンを変えた時空間ブロック符号信号を、OFDM 変調して送信することを提案する。

【0051】

図 2 との対応部分に同一符号を付して示す図 10 に、本実施の形態の送信装置の構成を示す。送信装置 300 は、時空間ブロック符号信号形成部 301 の構成が若干異なることと、OFDM 変調手段としての、シリアルパラレル変換部 (S/P) 304-A、304-B 及び逆フーリエ変換部 (i d f t) 306-A、306-B を有することを除いて、図 2 の送信装置 100 とほぼ同様の構成でなる。

【0052】

送信装置 300 は、時空間ブロック符号信号形成部 301 によって形成した時空間ブロック符号信号 302、303 をそれぞれ、シリアルパラレル変換部 304-A、304-B に送出する。各シリアルパラレル変換部 304-A、304-B により得られたパラレル信号 305-A、305-B はそれぞれ、逆フーリエ変換部 306-A、306-B によって逆フーリエ変換されることにより、OFDM 信号 307-A、307-B とされる。OFDM 信号 307-A、307-B は、無線部 308-A、308-B によって所定の無線処理が施されることにより送信 OFDM 信号 309-A、309-B とされた後、アンテナ AN1、AN2 に供給される。

【0053】

図 11 に、時空間ブロック符号信号形成部 301 の構成を示す。なお図 11 では、図 3

との対応部分に同一符号を付し、ここではその部分の説明は省略する。信号選択部320は、送信データ101-Cに応じて時空間ブロック符号のパターンを変える。ここで信号選択部320による選択処理は、図3の信号選択部127による選択処理とほぼ同じだが、本実施の形態では時空間ブロック符号をOFDM送信するので、選択のパターンが若干異なる。

【0054】

図12、図13、図14及び図15を用いて、信号選択部320による具体的な処理を説明する。図12にOFDM信号307-Aの様子を示し、図13にOFDM信号307-Bの様子を示す。図12に示すように、信号選択部320は、送信データ101-Cが「0」の場合には、信号302としてシンボルS1とシンボル $-S2^*$ を出力する（図12（A））。そしてこれら各シンボルS1、 $-S2^*$ がシリアルパラレル変換部304-A及び逆フーリエ変換部306-AによってOFDM変調されることにより、シンボルS1がキャリア1に、シンボル $-S2^*$ がキャリア2に配置され、アンテナAN1から送信される。これに対して、送信データ101-Cが「1」の場合には、信号302としてシンボルS2とシンボル $S1^*$ を出力する（図12（B））。そしてこれら各シンボルS2、 $S1^*$ がシリアルパラレル変換部304-A及び逆フーリエ変換部306-AによってOFDM変調されることにより、シンボルS2がキャリア1に、シンボル $S1^*$ がキャリア2に配置され、アンテナAN1から送信される。

【0055】

また図13に示すように、信号選択部320は、送信データ101-Cが「0」の場合には、信号303としてシンボルS2とシンボル $S1^*$ を出力する（図13（A））。そしてこれら各シンボルS2、 $S1^*$ がシリアルパラレル変換部304-B及び逆フーリエ変換部306-BによってOFDM変調されることにより、シンボルS2がキャリア1に、シンボル $S1^*$ がキャリア2に配置され、アンテナAN2から送信される。これに対して、送信データ101-Cが「1」の場合には、信号303としてシンボルS1とシンボル $-S2^*$ を出力する（図13（B））。そしてこれら各シンボルS1、 $-S2^*$ がシリアルパラレル変換部304-B及び逆フーリエ変換部306-BによってOFDM変調されることにより、シンボルS1がキャリア1に、シンボル $-S2^*$ がキャリア2に配置され、アンテナAN2から送信される。

【0056】

図12及び図13をまとめたものを、図14に示す。すなわち、送信データ101-Cが「0」の場合には、図14（A）に示すようなシンボル配置のOFDM信号307-A、307-Bが各アンテナAN1、AN2から送信される。つまり、OFDM信号307-AがアンテナAN1から送信されると共にOFDM信号307-BがアンテナAN2から送信される。これに対して、送信データが「1」の場合には、図14（B）に示すようなシンボル配置のOFDM信号307-A、307-Bが各アンテナAN1、AN2から送信される。

【0057】

実際のフレーム構成例を、図15に示す。図中の網掛け部分はパイロットシンボルを示す。時点i-1で各アンテナAN1、AN2からパイロットシンボルが送信される。続く時点iにおいて、各アンテナAN1、AN2からOFDM変調された時空間ブロック符号が送信される。図15には、2つのアンテナAN1、AN2のキャリア1とキャリア2を使って送信データ「0」に対応するパターンの時空間ブロック符号を送信し、キャリア3とキャリア4を使って送信データ「1」に対応するパターンの時空間ブロック符号を送信する場合を示す。

【0058】

因みに、図15では、図の対応関係を分かり易くするために、キャリア3とキャリア4に割り当てられたシンボルS1とシンボルS2を、キャリア1とキャリア2に割り当てられたシンボルS1とS2と同じ符号を用いて記しているが、キャリア1とキャリア2に割り当てられるシンボルS1、S2と、キャリア3、4に割り当てられるシンボルS1、S

2 は、異なるデータから得られた異なるシンボルである。

【0059】

これにより、送信装置 300 においては、サブキャリア 1 とサブキャリア 2 のシンボル S1、S2 によって伝送するデータに加えて、その時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送でき、さらにサブキャリア 3 とサブキャリア 4 のシンボルによって伝送できるデータに加えて、その時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送できるようになる。

【0060】

図 16 に、送信装置 300 から送信された OFDM 信号を受信する受信装置の構成を示す。受信装置 400 は、アンテナ AN3 で受信した OFDM 信号 401 を無線部 402 に入力する。無線部 402 は、周波数変換や直交復調等の所定の無線受信処理を施し、これにより得た OFDM 受信ベースバンド信号 403 をフーリエ変換部 (dft) 404 に送出する。フーリエ変換部 404 は、OFDM 受信ベースバンド信号 403 をフーリエ変換し、フーリエ変換後の受信ベースバンド信号 405 を、第 1 伝送路推定部 406、第 2 伝送路推定部 407、同期部 410 及び復調部 412 に送出する。

【0061】

第 1 伝送路推定部 406 は、アンテナ AN1 から送信された OFDM 信号の各キャリアに含まれるパイロットシンボルに基づいて、アンテナ AN1 とアンテナ AN3 との間の各キャリア毎の伝送路変動を求め、これを伝送路推定信号 408 として復調部 412 に送出する。第 2 伝送路推定部 407 は、アンテナ AN2 から送信された OFDM 信号の各キャリアに含まれるパイロットシンボルに基づいて、アンテナ AN2 とアンテナ AN3 との間の各キャリア毎の伝送路変動を求め、これを伝送路推定信号 409 として復調部 412 に送出する。

【0062】

同期部 410 は、各アンテナ AN1、AN2 から送信された信号に含まれるパイロットシンボルに基づき、各アンテナ AN1、AN2 から送信された信号の同期をとり、同期のためのタイミング信号 411 を復調部に送出する。

【0063】

図 17 に、復調部 412 の構成を示す。復調部 412 は、検波部 420 と行列推定部 421 を有し、これらに伝送路推定信号 408、409、受信ベースバンド信号 405 及びタイミング信号 411 を入力する。行列推定部 421 は、伝送路推定行列の行列パターンを推定することにより、どのパターンの時空間ブロック符号を受信したかを推定する。

【0064】

具体的に説明する。アンテナ AN3 では、アンテナ AN1 から送信された信号と、アンテナ AN2 から送信された信号が合成されて受信される。時点 t における合成受信信号を R(t) とする。また時点 t での伝送路推定値 h1、h2 をそれぞれ h1(t)、h2(t) とする。すると、図 14 (A) に示すようなパターンの時空間ブロック符号が送信された場合には、次式の関係式が成り立つ。

【0065】

【数 3】

$$\begin{pmatrix} R1(i) \\ R2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h1(i) & h2(i) \\ h2^*(i) & -h1^*(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2 \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (3)$$

これに対して、図 14 (B) に示すようなパターンの時空間ブロック符号が送信された場合には、次式の関係式が成り立つ。

【0066】

【数 4】

$$\begin{pmatrix} R1(i) \\ R2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h2(i) & h1(i) \\ -h1^*(i) & h2^*(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2 \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (4)$$

行列推定部 421 は、例えば図 15 に示すようなフレーム構成の信号を受信した場合に、キャリア 1 とキャリア 2 については (3) 式のパターンの時空間ブロック符号が使われたと推定して、受信データ 415 として「0」を出力すると共に、このことを検波部 420 に通知する。またキャリア 3 とキャリア 4 については (4) 式のパターンの時空間ブロック符号が使われたと推定して、受信データ 415 として「1」を出力すると共に、このことを検波部 420 に通知する。

【0067】

このとき検波部 420 は、キャリア 1 とキャリア 2 については (3) 式を用い、(3) 式の逆行列演算を行うことによりシンボル S1、S2 を推定した後、各シンボル S1、S2 を復調することにより、シンボル S1 についての受信データ 413 とシンボル S2 についての受信データ 414 を得る。また検波部 420 は、キャリア 3 とキャリア 4 については (4) 式を用い、(4) 式の逆行列演算を行うことによりシンボル S1、S2 (実際にはこのシンボル S1、S2 はキャリア 1、2 のシンボルとは異なる) を推定した後、各シンボル S1、S2 を復調することにより、シンボル S1 についての受信データ 413 とシンボル S2 についての受信データ 414 を得る。

【0068】

このようにして、受信装置 400 は、時空間ブロック符号にて伝送されたデータと、時空間ブロック符号のパターンにて伝送されたデータとからなる送信データの全てを復元することができる。

【0069】

かくして本実施の形態によれば、OFDM 信号のサブキャリアに時空間ブロック符号を割り当てて送信するにあたって、送信データに応じて時空間ブロック符号のパターンを変えるようにしたことにより、時空間ブロック符号によって得られる品質の良いデータ伝送を行うことができるといった効果に加えて、時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送できるので、データ伝送効率を向上させることができる。

【0070】

特に、OFDM 信号の各サブキャリアに時空間ブロック符号を割り当てると、単位時間に伝送できる時空間ブロック符号を増やすことができるので、単位時間当たりの伝送データ量を増やすことができるようになる。

【0071】

なおこの実施の形態では、複数のキャリアに時空間ブロック符号を割り当てる場合 (すなわち、周波数方向に時空間ブロックを割り当てる場合) について説明したが、図 18 及び図 19 に示すように、時空間ブロック符号を単一のキャリア (図 18 及び図 19 の場合にはキャリア 1) 単位で割り当てる (すなわち、時間方向に時空間ブロックを割り当てる) ようにしてもよい。この場合、当然、他のキャリア 2、3、4 にも他の時空間ブロック符号を割り当てることができる。

【0072】

具体的に説明する。送信データが「0」の場合には、図 18 (A) に示す OFDM 信号 307-A、307-B を各アンテナ AN1、AN2 から送信する。これに対して、送信データが「1」の場合には、図 18 (B) に示す OFDM 信号 307-A、307-B を各アンテナ AN1、AN2 から送信する。

【0073】

実際のフレーム構成例を、図 19 に示す。時点 i にてパイロットシンボルを送信した後、時点 i 、 $i+1$ にてデータ「0」に対応するパターンの時空間ブロック符号をキャリア 1 に配置して送信し、続く時点 $i+2$ 、 $i+3$ にてデータ「1」に対応するパターンの時空間ブロック符号をキャリア 1 に配置して送信する。

【0074】

このように時空間ブロック符号の各キャリアへの配置の仕方としては、図 14 及び図 15 に示したように周波数方向に配置する方法、図 18 及び図 19 に示したように時間方向に配置する方法、又は周波数と時間の両方向に配置する方法のどの方法を採用してもよい

【0075】

なおこの実施の形態では、OFDM方式を例にとって説明したが、OFDM方式以外のマルチキャリア方式に適用した場合にも、同様の効果を得ることができる。

【0076】

(他の実施の形態)

なお上述した実施の形態1、2では、送信アンテナ数が2で受信アンテナ数が1の場合について説明したが、本発明はこれに限らず、送信アンテナが2本よりも多い場合、例えば文献“Space-time block codes from orthogonal design” IEEE Transactions on Information Theory, pp.1456-1467, vol.45, no.5, July 1999や文献“A quasi-orthogonal space-time block code” IEEE Transactions on Communications, pp.1-4, vol.49, no.1, January 2001で示されているような時空間ブロック符号を用いたときも同様に実施することができる。

【0077】

また上述した実施の形態1では、(1)式及び(2)式からも分かるように、送信データに応じてシンボルを供給するアンテナを切り替えることで、行列の列要素を入れ替えるような時空間ブロック符号のパターンを形成した場合について述べたが、図20に示すように、送信データに応じてシンボルを出力する順序を変えることで、行列の行要素を入れ替えるような時空間ブロック符号のパターンを用いるようにしてもよい。さらに、実施の形態1のようなパターンの作り方と、図20のようなパターンの作り方を複合的に用いれば、4つのパターンを作ることができるので、時空間ブロック符号を構成するシンボルの情報に加えて、2ビットのデータを伝送できるようになる。

【0078】

また、特に、送信アンテナ数が4以上の場合には、上記文献を例とするように、ダイバーシチゲインが得られる時空間ブロック符号化方式が複数提案されている。本発明においては、送信データに応じて、これらのいずれかの時空間ブロック符号化方式を選択して送信することで、データを伝送するようにしてもよい。受信側では、どの符号化方式が使われたかを行列のパターンで認識することで、データを得るようにすればよい。つまり、時空間ブロック符号のパターンとして用いることができるのは、実施の形態1や実施の形態2で説明したものに限らず、受信側でダイバーシチゲインの得られる種々のものを適用することができる。

【0079】

さらには、実施の形態1で説明したようなパターンの作り方や図20に示したようなパターンの作り方、異なる符号化方式を用いたパターンの作り方を複合的に用いてパターンを作るようにしてもよい。このようにすれば、多数の時空間ブロック符号のパターンを作ることができるようになるので、時空間ブロック符号のパターンによって伝送できるデータ量をさらに増やすことができる。

【0080】

また本発明は、換言すると、送信データによってチャネル推定行列を変調していると言えることができる。このようにすることにより、チャネル推定行列に情報をのせることができるようになるので、伝送データ量を増やすことができる。つまり、本発明は、各アンテナに供給するシンボルブロックのパターンを、送信データに応じて選択する場合に広く適用できる。上述した実施の形態1、2は、シンボルブロックとして、時空間ブロック符号を用いたものである。

【0081】

また本発明を用いれば、さらなる応用として、シンボルS1、S2の信号点を固定とし、送信データにより変調されたチャネル推定行列のみでデータを伝送することも考えられる。

【産業上の利用可能性】

【0082】

本発明は、例えば無線 LAN (Local Area Network) の基地局やその端末、移動通信システムの基地局やその端末に適用し得る。

【図面の簡単な説明】

【0083】

- 【図1】 実施の形態のマルチアンテナ通信システムの構成を示すブロック図
- 【図2】 実施の形態1の送信装置の構成を示すブロック図
- 【図3】 時空間ブロック符号信号形成部の構成を示すブロック図
- 【図4】 アンテナAN1に供給される信号の様子を示す図
- 【図5】 アンテナAN2に供給される信号の様子を示す図
- 【図6】 送信データが「0」の場合および送信データが「1」の場合の時空間ブロック符号のパターンを示す図
- 【図7】 実際のフレーム構成例を示す図
- 【図8】 実施の形態1の受信装置の構成を示すブロック図
- 【図9】 復調部の構成を示すブロック図
- 【図10】 実施の形態2の送信装置の構成を示すブロック図
- 【図11】 時空間ブロック符号信号形成部の構成を示すブロック図
- 【図12】 アンテナAN1に供給される信号の様子を示す図
- 【図13】 アンテナAN2に供給される信号の様子を示す図
- 【図14】 送信データが「0」の場合および送信データが「1」の場合の時空間ブロック符号のパターンを示す図
- 【図15】 実際のフレーム構成例を示す図
- 【図16】 実施の形態2の受信装置の構成を示すブロック図
- 【図17】 復調部の構成を示すブロック図
- 【図18】 時空間ブロック符号を時間方向に配置した場合における、送信データが「0」の場合および送信データが「1」の場合の時空間ブロック符号のパターンを示す図
- 【図19】 時空間ブロック符号を時間方向に配置した場合における、実際のフレーム構成を示す図
- 【図20】 他の時空間ブロック符号のパターンを示す図
- 【図21】 従来のマルチアンテナ通信システムの構成を示すブロック図
- 【図22】 時空間ブロック符号の説明に供する図

【符号の説明】

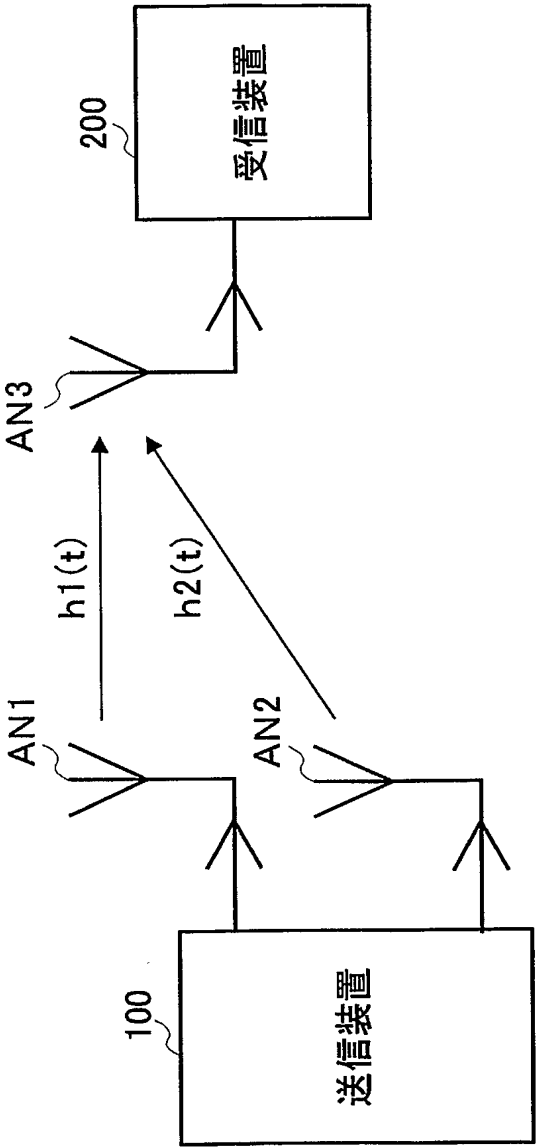
【0084】

- 10 マルチアンテナ通信システム
- 100、300 送信装置
- 101、101-A、101-B、101-C 送信データ
- 102、301 時空間ブロック符号信号形成部
- 103、104、302、303 時空間ブロック符号信号
- 120 データ分流部
- 121、122 変調部
- 123～126 変調信号
- 127、320 信号選択部
- 200、400 受信装置
- 206、207、406、407 伝送路推定部
- 208、209、408、409 伝送路推定信号
- 212、412 復調部
- 213～214、413～415 受信データ
- 220、420 検波部
- 221、421 行列推定部
- 304-A、304-B シリアルパラレル変換部 (S/P)

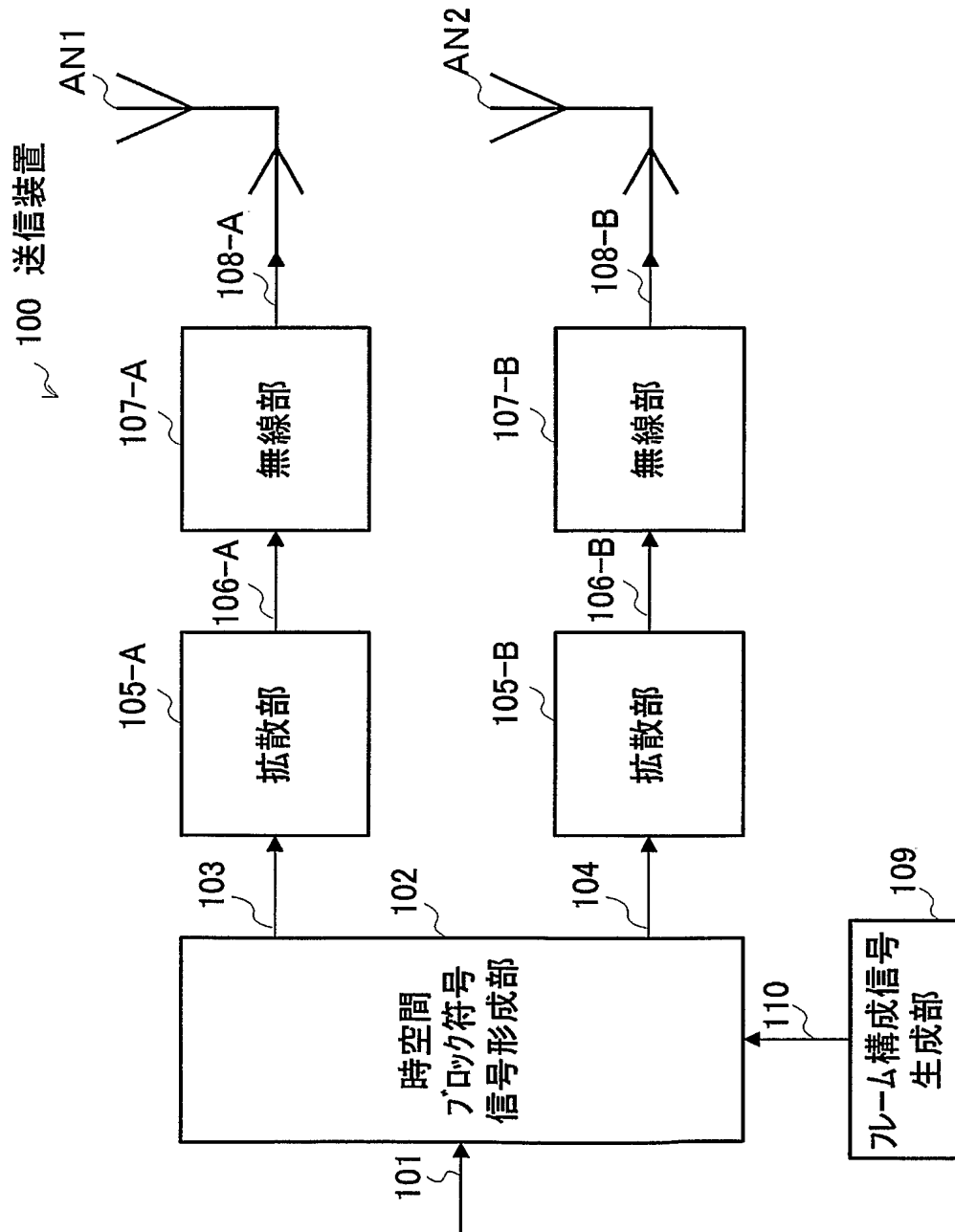
3 0 6 - A、3 0 6 - B 逆フーリエ変換部 (i d f t)
3 0 7 - A、3 0 7 - B OFDM信号
A N 1、A N 2、A N 3 アンテナ
h 1、h 2 伝送路変動
S 1、S 2 変調シンボル

【書類名】 図面
【図 1】

10 マルチアンテナ通信システム

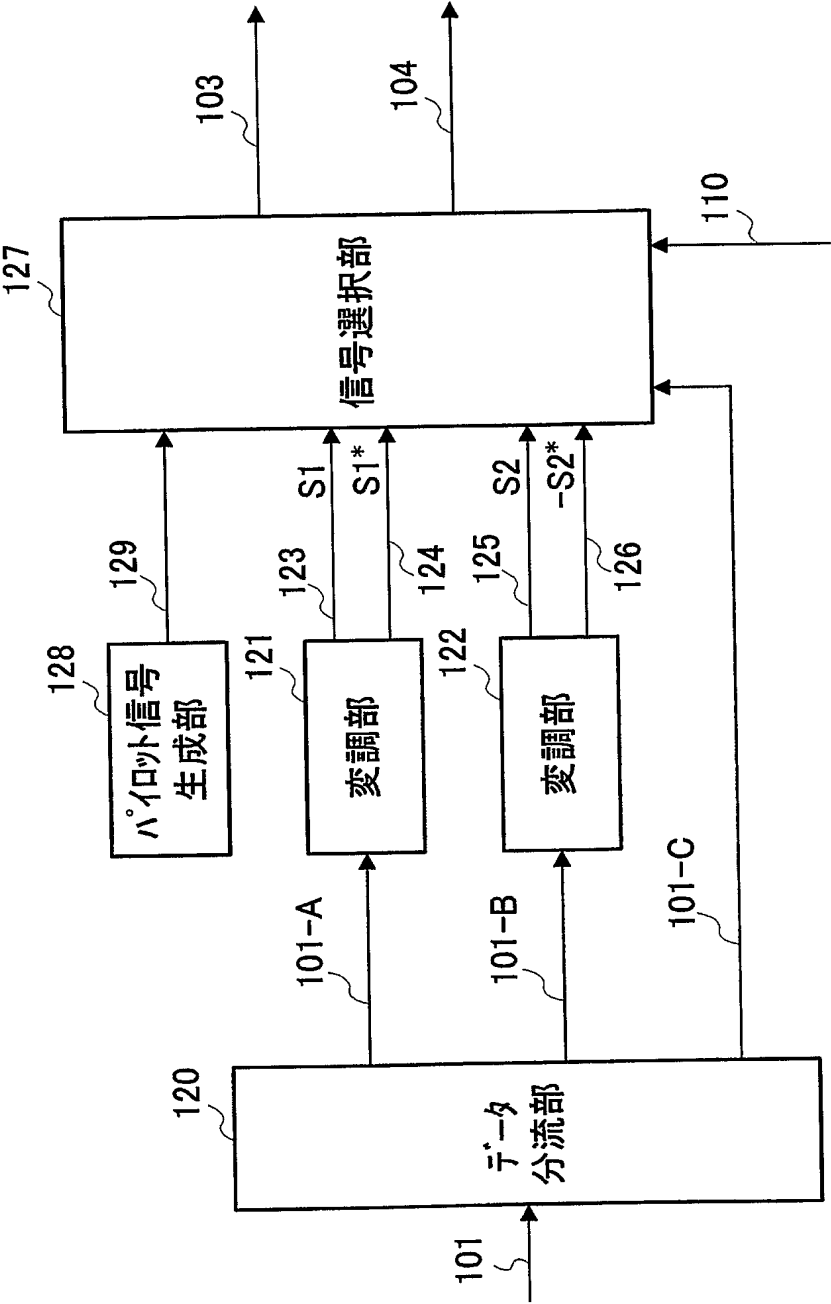


【図 2】



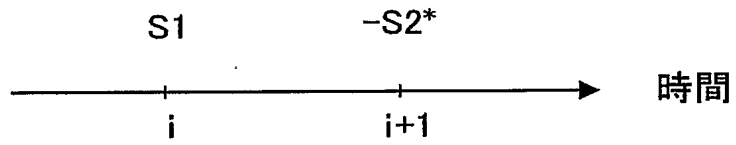
【図 3】

102 時空間ブロック符号信号形成部

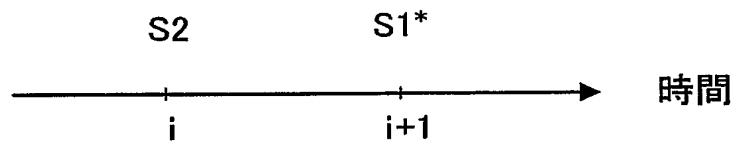


【図 4】

(A)データ101Cが
「0」の場合

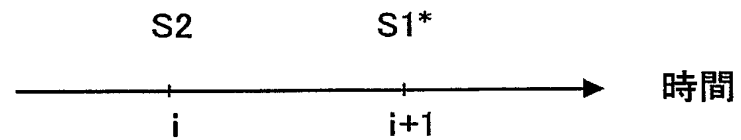


(B)データ101Cが
「1」の場合

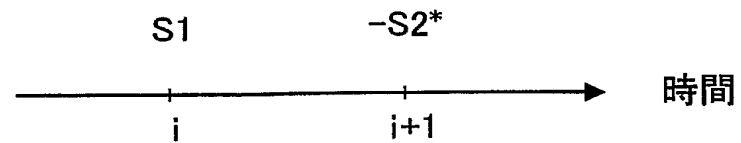


【図 5】

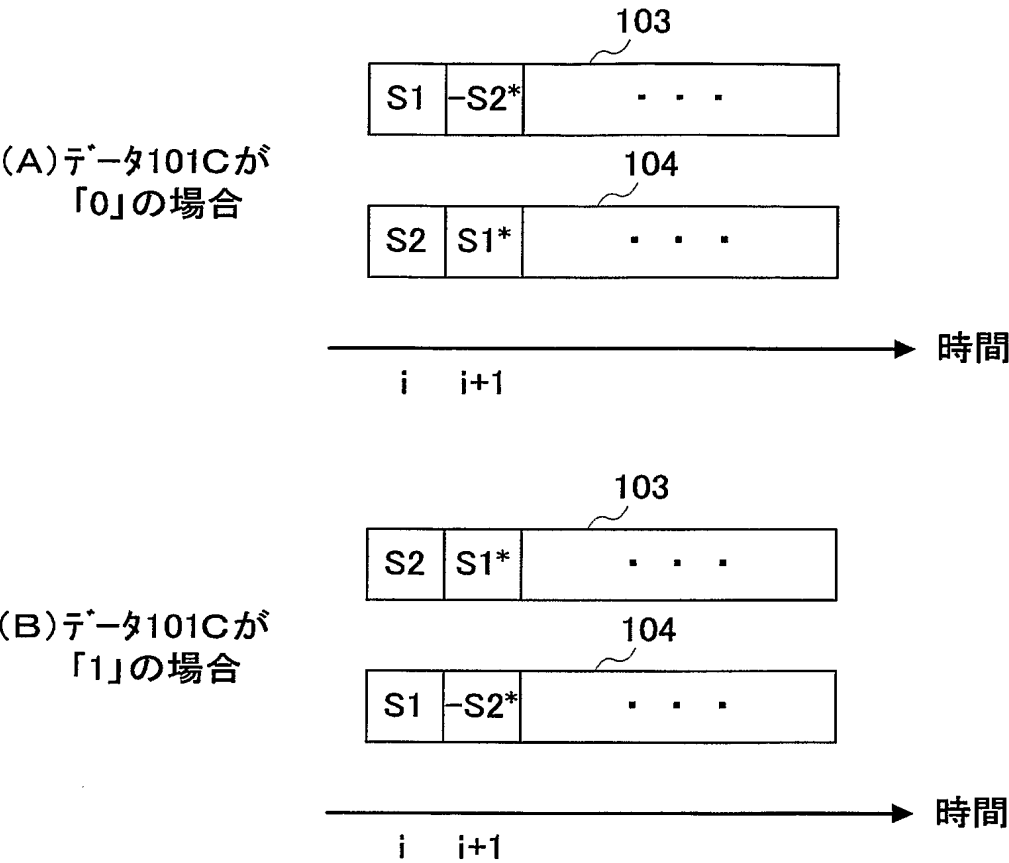
(A)データ101Cが
「0」の場合



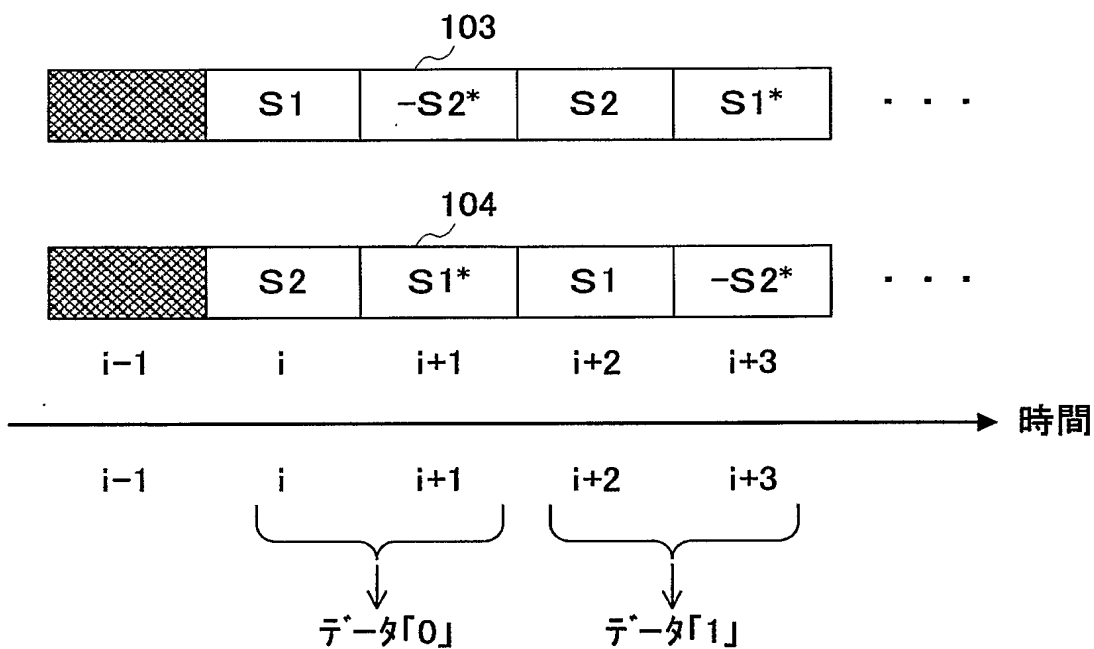
(B)データ101Cが
「1」の場合



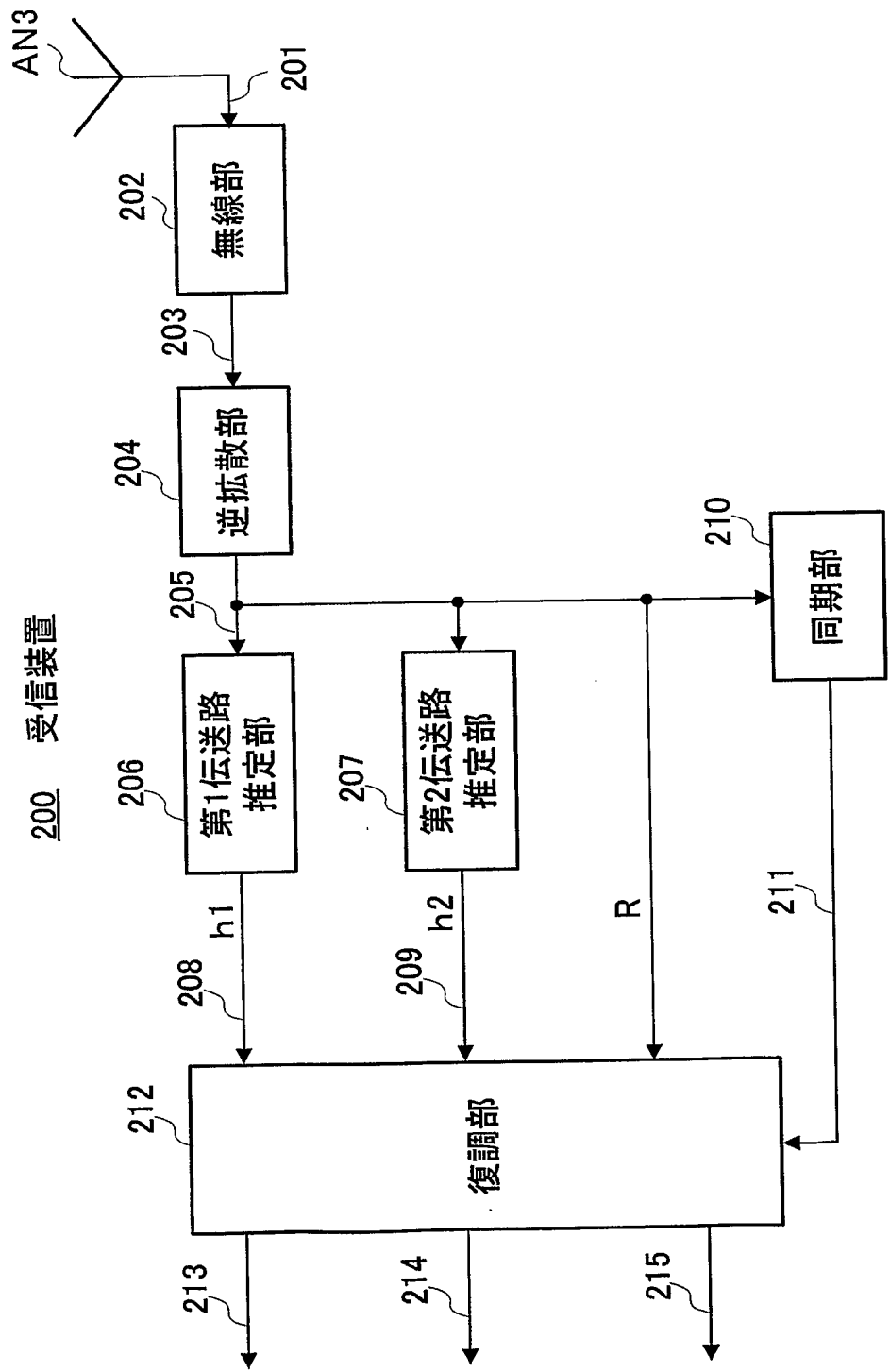
【図 6】



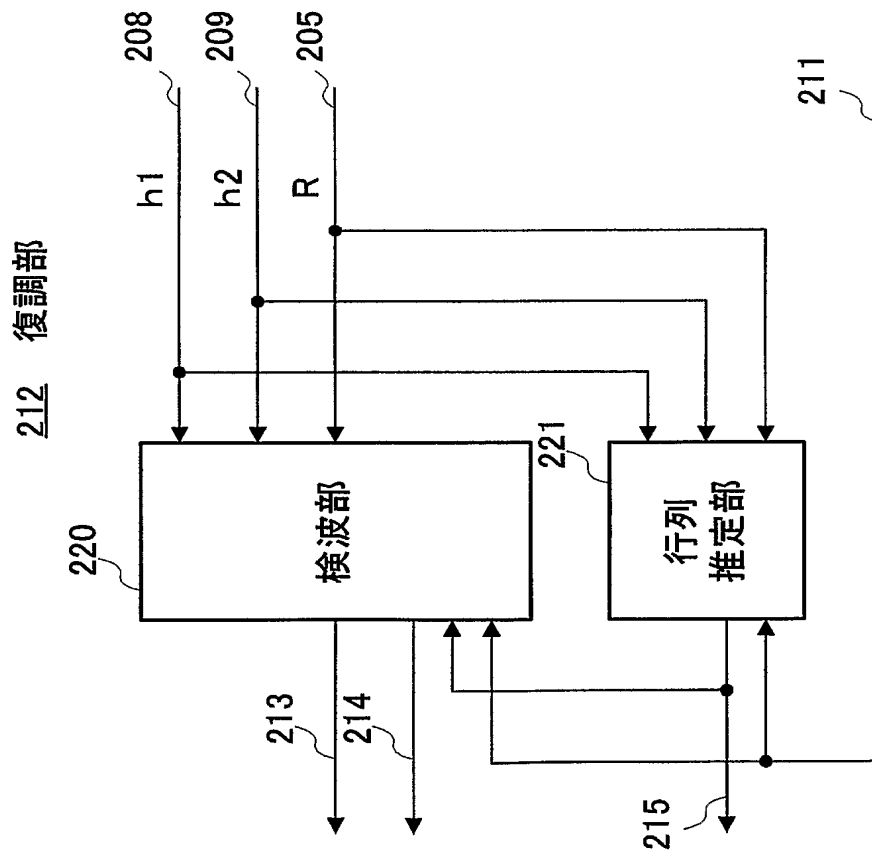
【図 7】



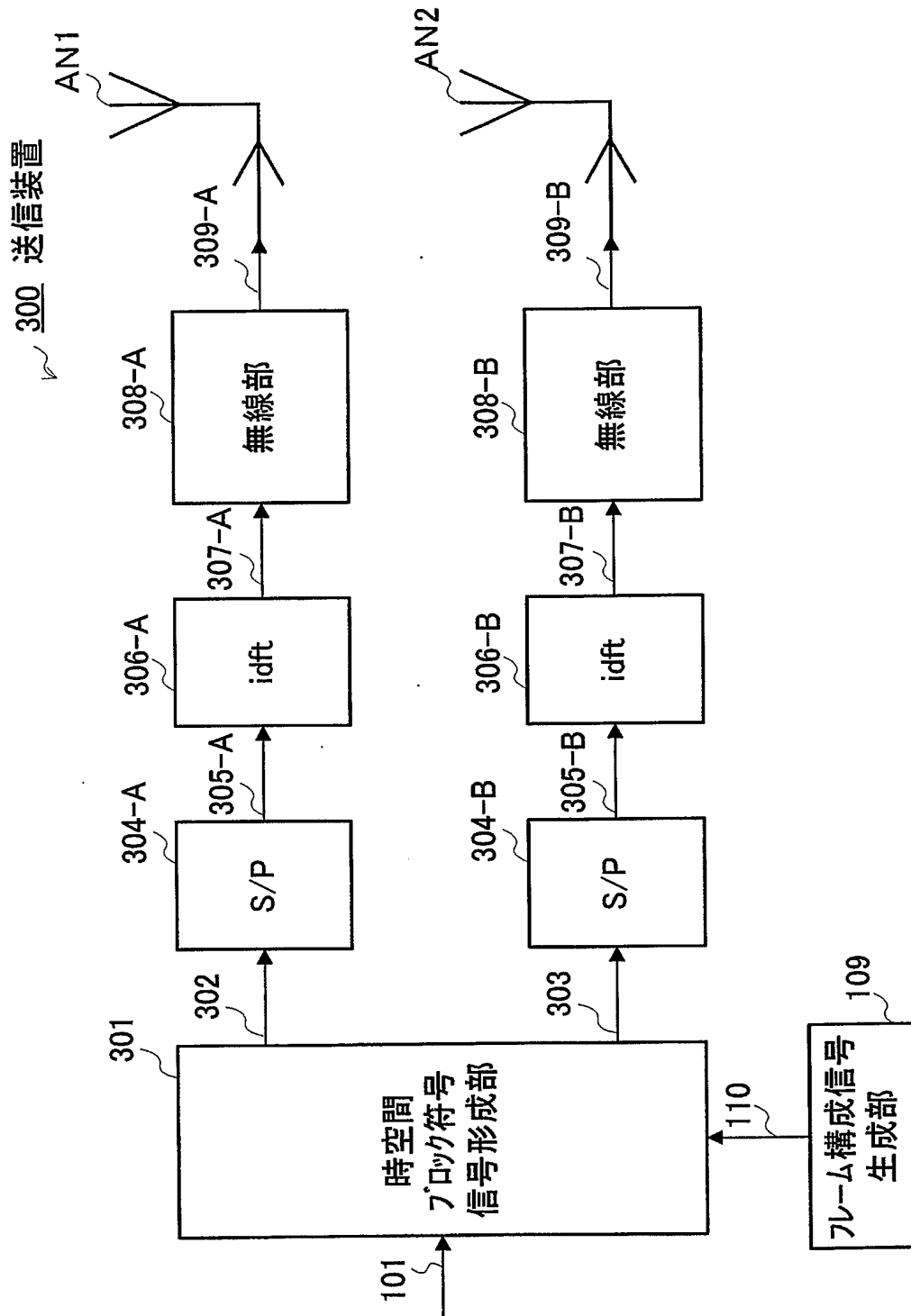
【図 8】



【図 9】

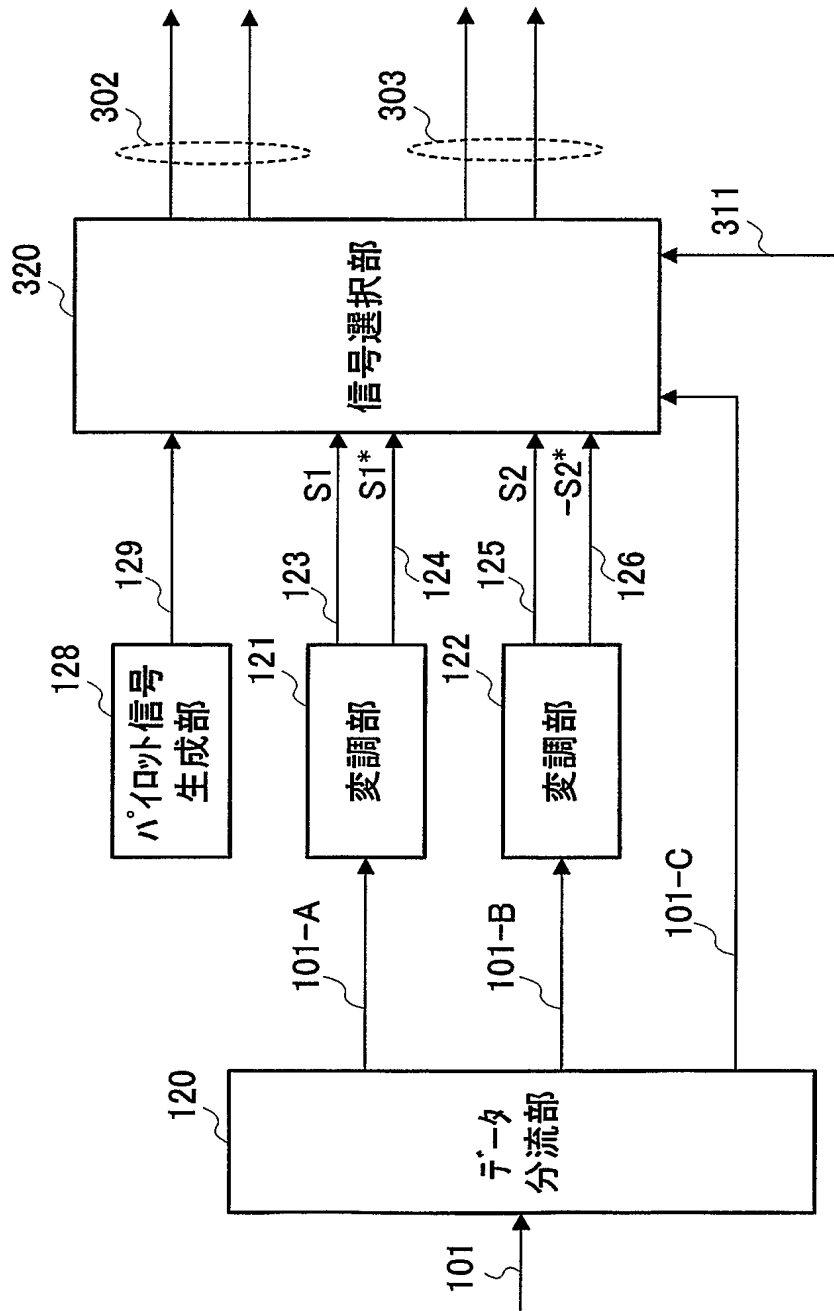


【図 10】



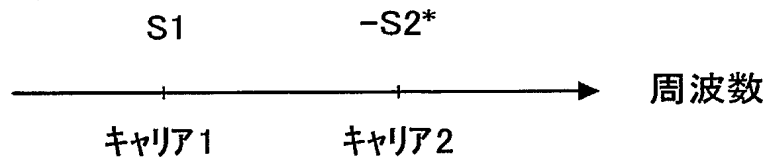
【図 11】

301 時空間ブロック符号信号形成部

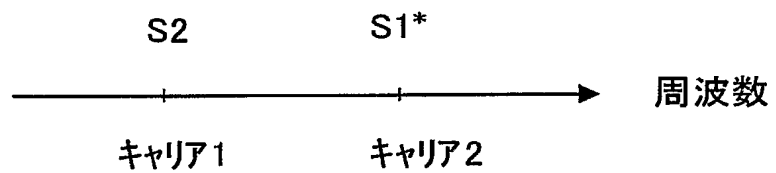


【図 12】

(A)データ101Cが
「0」の場合

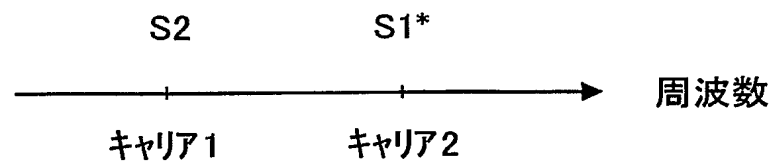


(B)データ101Cが
「1」の場合

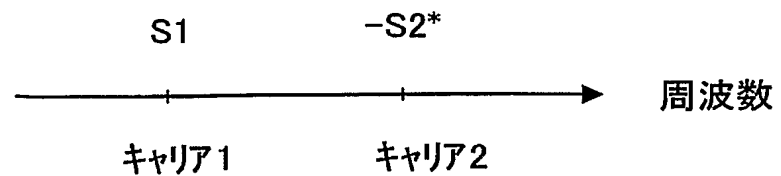


【図 13】

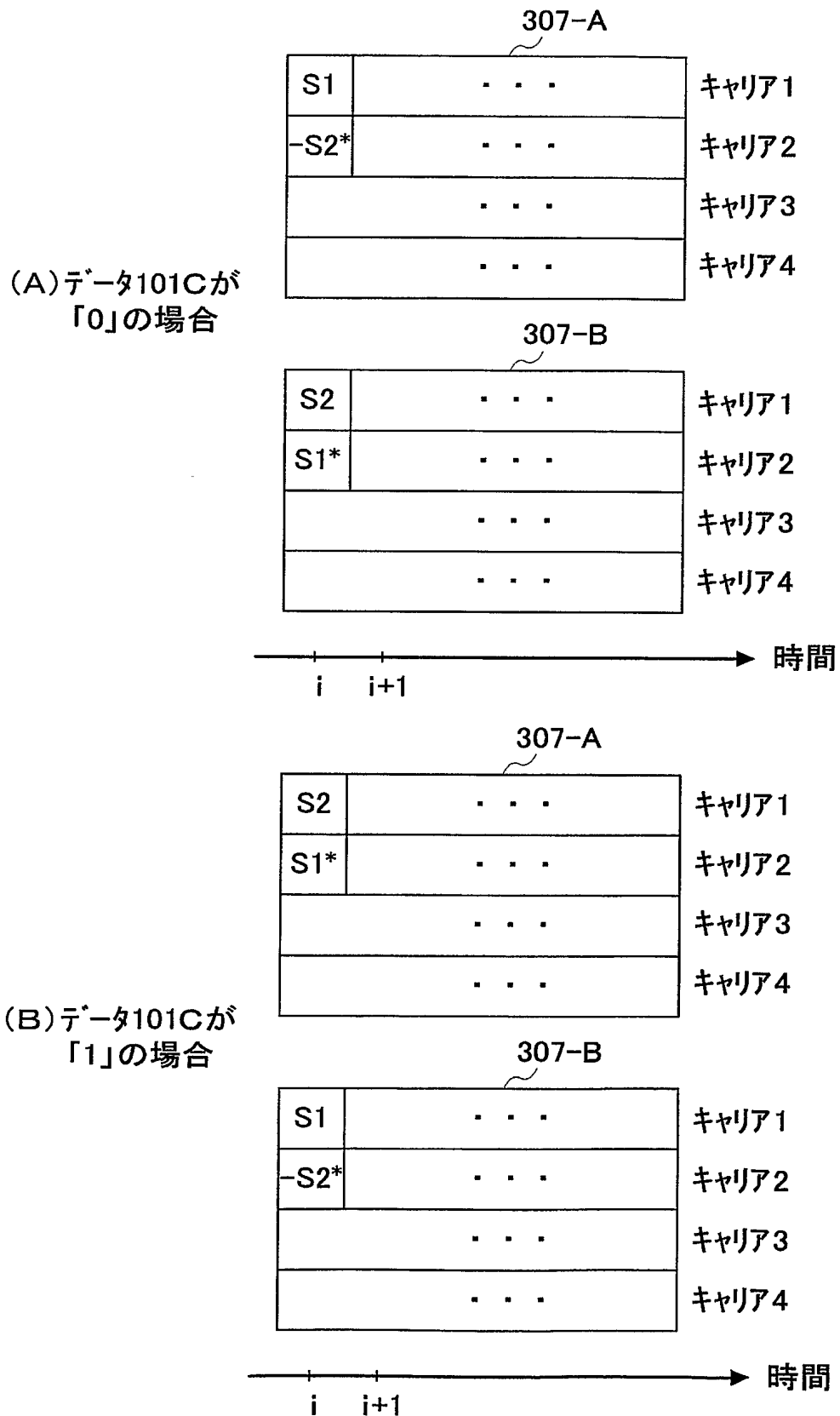
(A)データ101Cが
「0」の場合



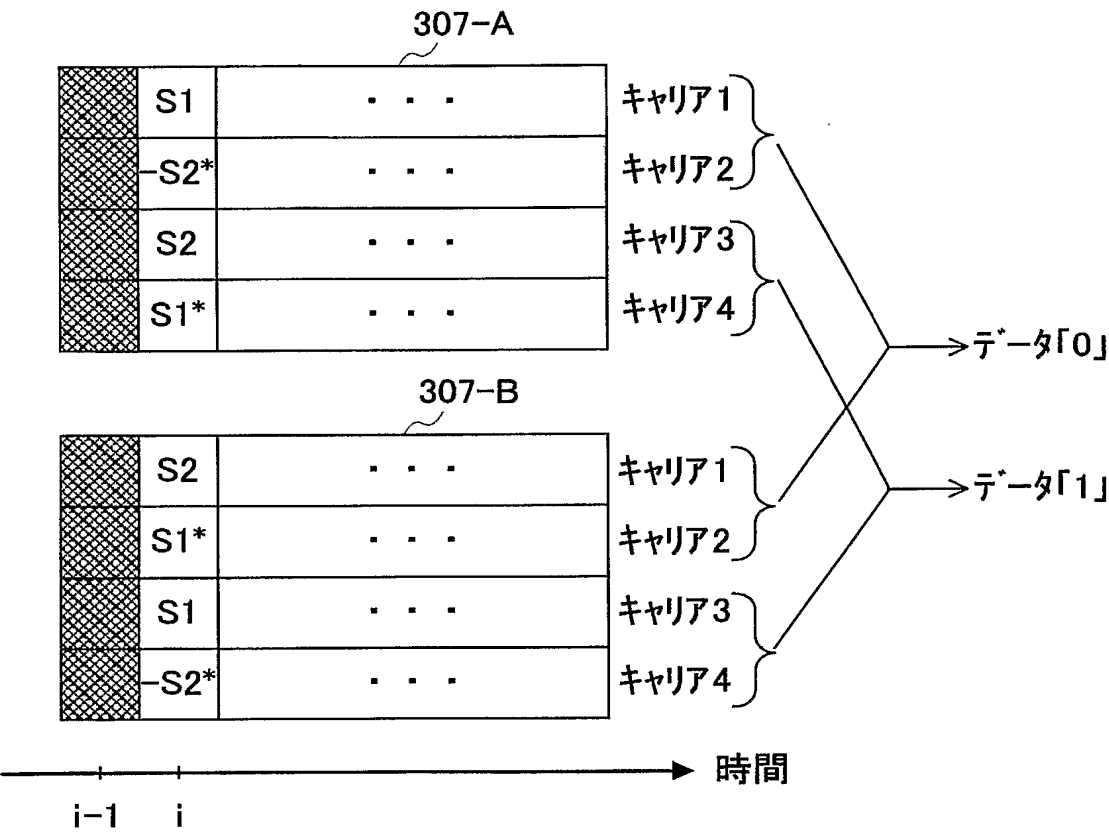
(B)データ101Cが
「1」の場合



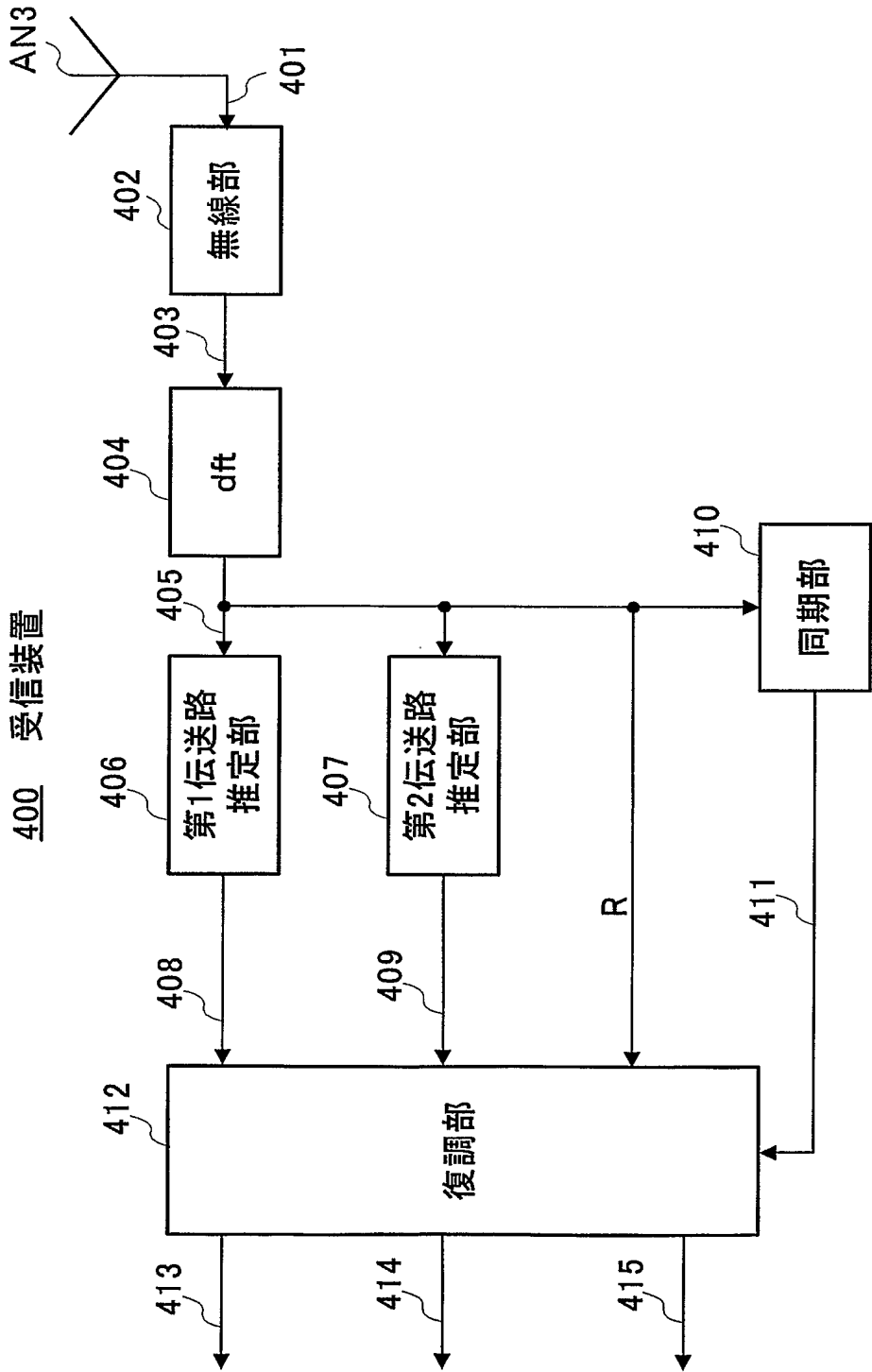
【図 14】



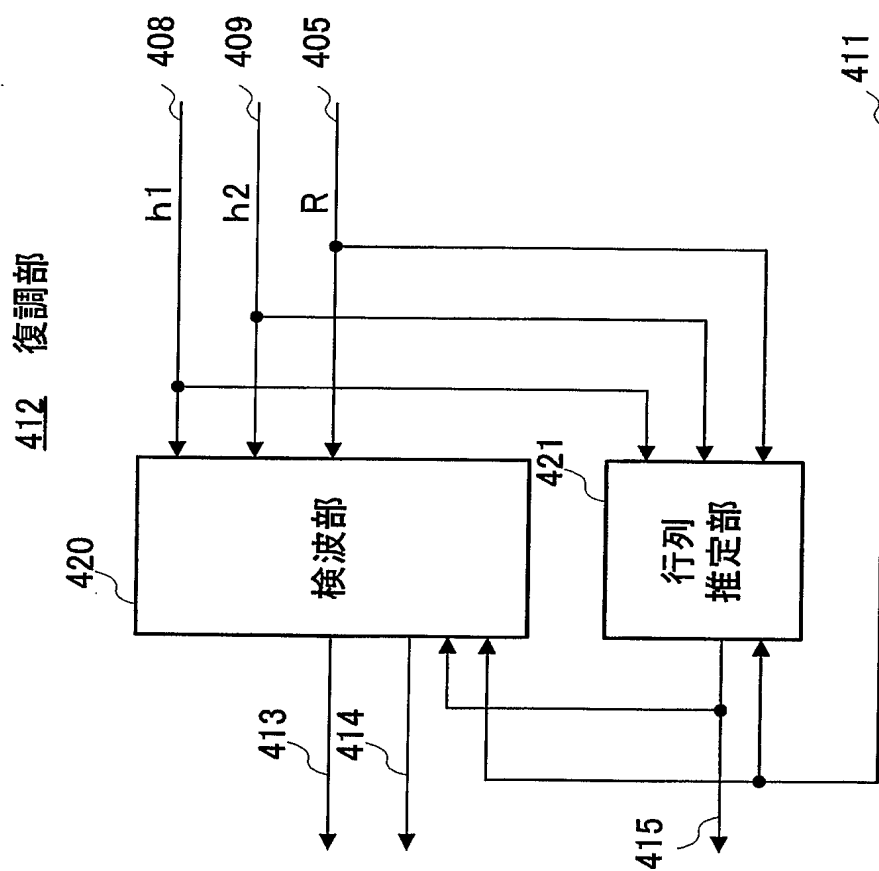
【図 15】



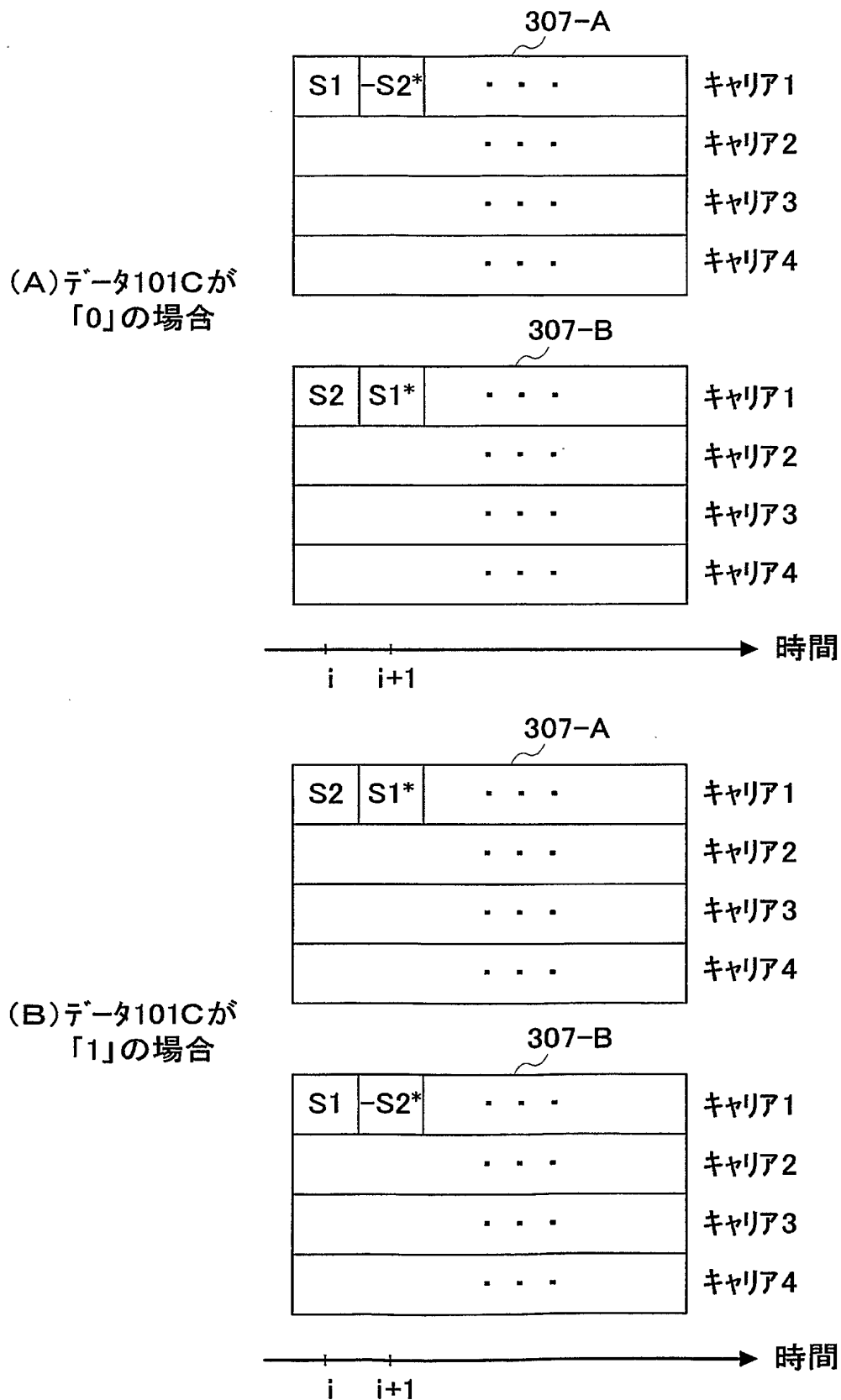
【図16】



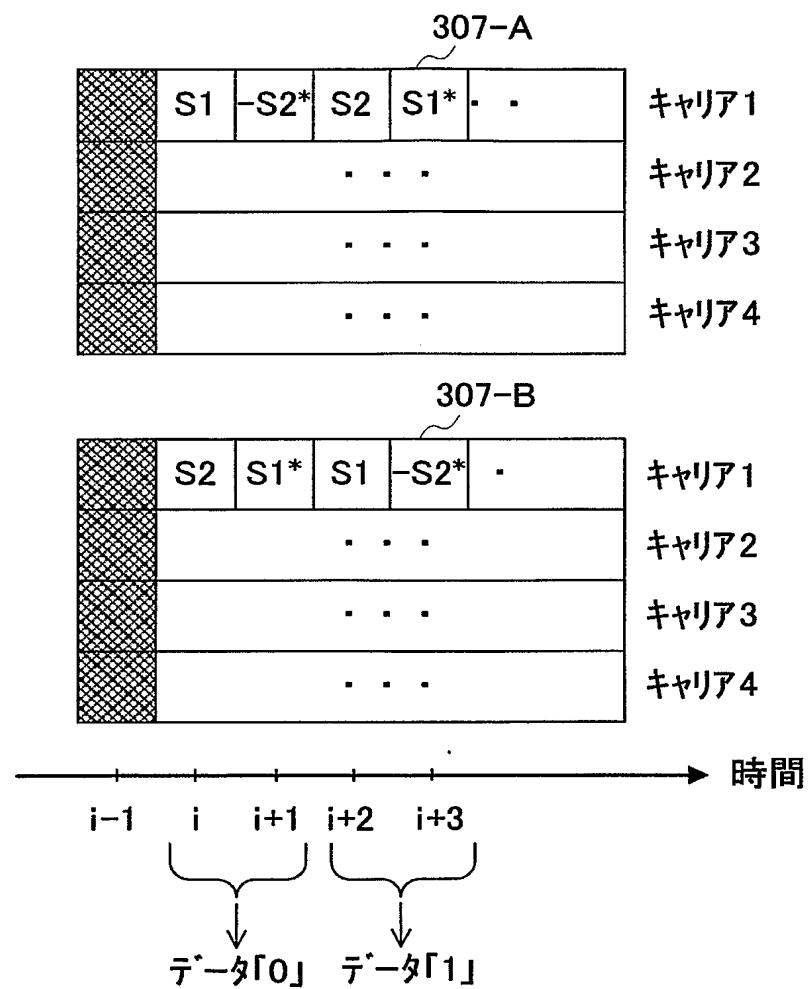
【図 17】



【図 18】

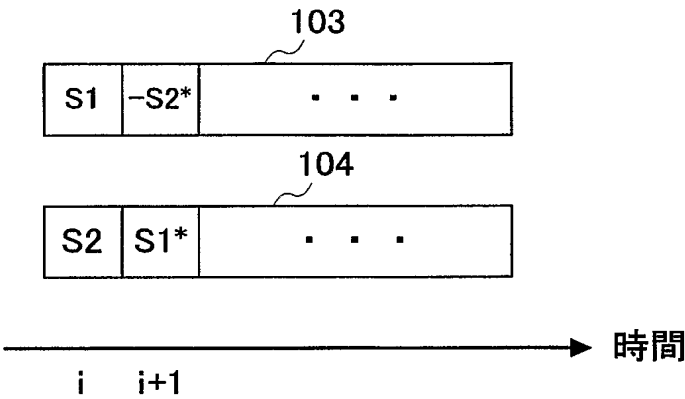


【図 19】

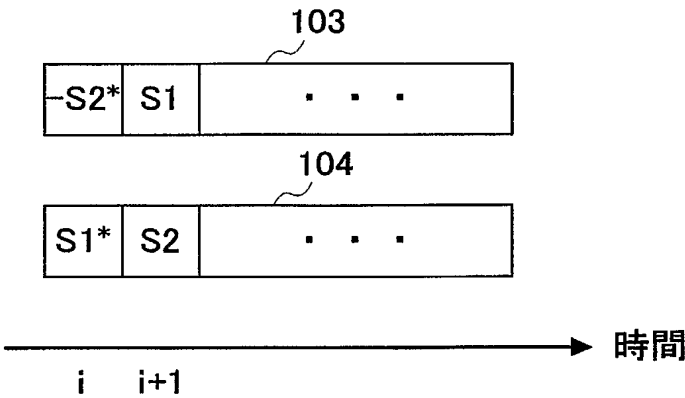


【図 20】

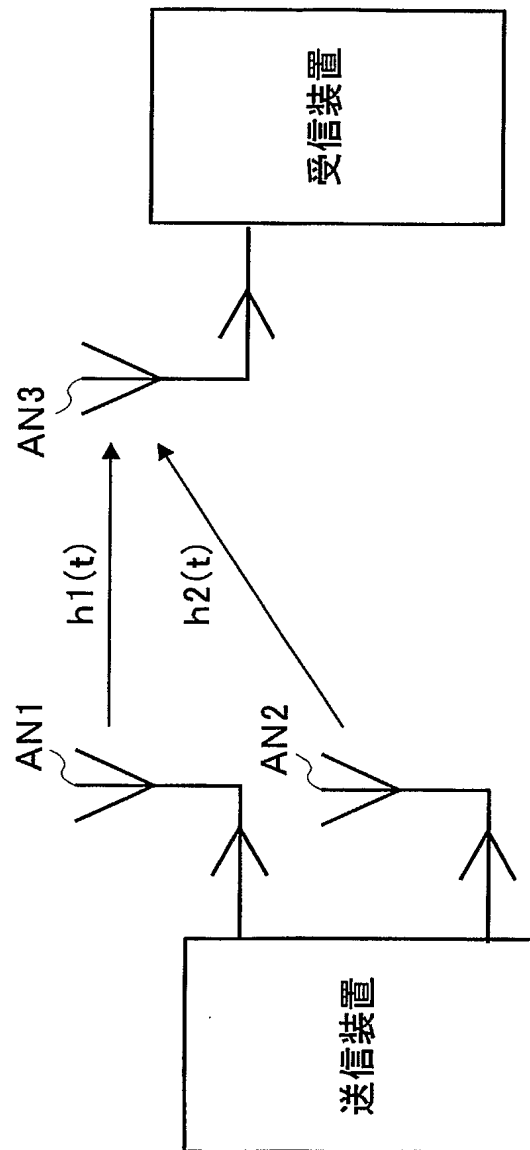
(A)データ101Cが
「0」の場合



(B)データ101Cが
「1」の場合



【図 21】

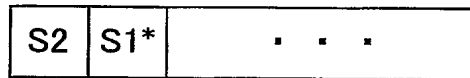


【図 2 2】

送信信号A



送信信号B



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 時空間ブロック符号のようにシンボルブロックを用いた伝送を行う場合のデータ伝送効率を向上させることこと。

【解決手段】 複数のアンテナを用いて時空間ブロック符号信号 1 0 3、1 0 4 を送信する際に、送信データに応じて時空間ブロック符号信号 1 0 3、1 0 4 のパターンを変えるようにする。これにより、時空間ブロック符号信号 1 0 3、1 0 4 によって得られる品質の良いデータ伝送を行うことができるといった効果に加えて、時空間ブロック符号信号 1 0 3、1 0 4 のパターンによってデータを伝送できるので、データ伝送効率を向上させることができるようになる。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 4 - 0 3 7 0 8 8

ページ： 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社